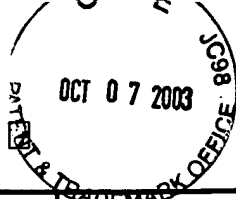


Please type a plus sign (+) inside this box →



HDP/SB/21 based on PTO/SB/21 (08-00)

# TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number	10/667,523
Filing Dat	September 23, 2003
Invent r(s)	Christoph BRABEC et al.
Group Art Unit	Unknown
Examiner Name	Unknown
Attorney Docket Number	32860-000625/US

## ENCLOSURES (check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Assignment Papers (for an Application) <input type="checkbox"/> Letter to the Official Draftsperson and _____ Sheet of Formal Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <b>Priority Letter</b>
--	---	---

Remarks

## SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Harness, Dickey & Pierce, P.L.C.	Attorney Name Donald J. Daley	Reg. No. 34,313
Signature			
Date	October 7, 2003		

--



PATENT  
32860-000625/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Christoph BRABEC et al.  
Application No.: 10/667,523  
Filed: September 23, 2003  
For: X-RAY DETECTOR INCLUDING A SCINTILLATOR WITH A  
PHOTOSENSOR COATING, AND A PRODUCTION PROCESS

---

**PRIORITY LETTER**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 7, 2003

Dear Sirs:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is a certified copy of the following priority document.

**Application No.**

10244178.2

**Date Filed**

September 23, 2002

**Country**

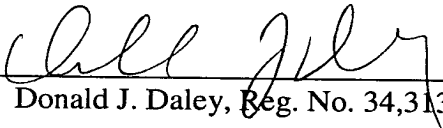
GERMANY

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKEY, & PIERCE, P.L.C.

By

  
Donald J. Daley, Reg. No. 34,313

P.O. Box 8910  
Reston, Virginia 20195  
(703) 668-8000

DJD/bof  
Attachment



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 44 178.2

**Anmeldetag:** 23. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE

**Bezeichnung:** Röntgendetektor aus einem Szintillator mit  
Fotosensorbeschichtung und Herstellungsverfahren

**IPC:** G 01 T 1/29

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned below the text 'Im Auftrag'.

## Beschreibung

Röntgendetektor aus einem Szintillator mit Fotosensorbeschichtung und Herstellungsverfahren

5

In der Röntgendiagnostik finden vermehrt elektronische Bild-detektoren Verwendung. Während insbesondere Einzelaufnahmen auch heute noch häufig mit röntgenempfindlichem Filmmaterial aufgezeichnet werden, ist es vor allem bei Serien von Röntgenaufnahmen wünschenswert, elektronische Bilddetektoren zu verwenden. Sie ermöglichen zum einen die Aufnahme schnellerer Bildfolgen aufgrund der geringeren erforderlichen Belichtungszeiten und des entfallenden mechanischen Film-Transports, zum anderen können die erfassten Daten unmittelbar einer elektronischen Auswertung zugeführt werden. So müssen etwa in der Computer-Tomographie (CT) Serien von Tausenden von Einzelaufnahmen zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden, z.B. zu einem Röntgenschnittbild.

10

15

Häufig werden elektronische Bilddetektoren eingesetzt, die sich aus einem Szintillator und einer angrenzenden Fotodiode zusammensetzen. Die Fotodiode liefert als Ausgangssignal einen analogen Strom, der proportional zur gemessenen Röntgenintensität ist. Ein A/D-Wandler wandelt diesen in einen digitalen Wert um, der einem Auswerte-Computer zugeführt wird, z.B. als einzelner Bildpunkt eines Röntgenbildes, also als Pixel.

25

Röntgenbilder setzen sich aus einer Vielzahl von Pixeln zusammen, die durch Strukturierung der Fotodiode erzeugt werden müssen. Jedes Pixel wird durch das Ausgangssignal einer einzelnen strukturierten Fotodiode gebildet, das über einen jeweils eigenen Messkanal an den Auswerte-Computer geliefert wird. Für jeden Messkanal muss eine eigene elektrische Leitung mit eigener Kontaktierung vorgesehen werden. Die Kontaktierung wird über Kontaktflächen hergestellt, die als Bond-Pads dienen. Je Pixel ist also eine eigene Fotodiode, ein

30

35

Messkanal und ein Bond-Pad erforderlich, die auf der Oberfläche des Bilddetektors angeordnet werden. Um Röntgenbilder geeigneter Qualität aufnehmen zu können, werden möglichst großflächige und fein auflösende, d.h. viel-pixellierte, Bilddetektoren mit weit über 10.000 Pixeln benötigt. Die große Anzahl von Leiterbahnen, Kontaktflächen und Verbindungen bewirkt einen hohen Strukturierungsaufwand. Gleichzeitig muss ein hoher Integrationsgrad erreicht werden, um keinen zu großen Anteil der Oberfläche des Bilddetektors für die Anordnung der Messkanal-Leitungen und Bond-Pads verwenden zu müssen. Dieser Anteil ist nämlich als nicht sensitive Totzone der Detektoroberfläche anzusehen.

Zwar sind flächige Bilddetektor-Konzepte bekannt, die einen ausreichend hohen Integrationsgrad erreichen, um trotz der beschriebenen Probleme eine ausreichend feine Bildauflösung mit geringen Detektor-Totzonen zu gewährleisten. Diese Konzepte, z.B. sogenannte FD-Bilddetektoren auf Basis von amorphem Silizium (a-Si) oder sogenannte Halbleiter-Detektoren, sind aber aufwändig und teuer in der Herstellung und Strukturierung. Zudem weisen sie ein ausgeprägtes Nachleuchten auf, was eine schlechte zeitliche Aufnahme-Dynamik bewirkt, die insbesondere für Bilddetektoren in der Computer-Tomographie nicht akzeptabel ist. Außerdem besitzen sie aufgrund des Herstellungsverfahrens, bei dem Szintillator und Fotodiode als nicht flexible, starre Schichten getrennt voneinander hergestellt und dann miteinander verklebt werden, schlechte optische Eigenschaften. Der geklebte optische Übergang der aufgrund der fehlenden Flexibilität nicht optimal anliegenden Schichten besitzt eine verminderte optische Transparenz, was sich negativ auf die Absorptions-Effizienz des Bilddetektors auswirkt. Außerdem verursacht er Reflexionen und Brechungen, die gegenseitiges Übersprechen bei pixelliert strukturierten Bilddetektoren verursachen.

Ein in der Herstellung weniger aufwändiger und weniger kostenintensiver Bilddetektor wird in der WO 99/09603 offenbart.

Dieser basiert auf Verwendung einer organischen Fotodiode als preisgünstige und unaufwändig großflächig herstellbare Alternative zu anorganisch basierten Detektoren. Organische Fotodioden weisen zwar eine für Röntgenaufnahmen ausreichende zeitliche Aufnahme-Dynamik auf, ihre Empfindlichkeit für Röntgenstrahlung ist jedoch zu gering, um als Röntgendetektoren in Röntgen-Bilddetektoren Anwendung finden zu können. Der vorgeschlagene Detektor ist daher nur sehr eingeschränkt als Röntgendetektor verwendbar.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen großflächigen Röntgendetektor mit ausreichender Röntgenempfindlichkeit für die Aufnahme von Röntgenbildern anzugeben, der eine gute zeitliche Aufnahme-Dynamik für Röntgenaufnahmen und eine gute Messkanal-Trennung aufweist und gleichzeitig unaufwändig und preisgünstig herstellbar und strukturierbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein unaufwändiges und preisgünstiges Herstellungsverfahren für einen solchen Röntgendetektor anzugeben.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Röntgendetektor gemäß Patentanspruch 1 und 2 und mit Herstellungsverfahren gemäß Patentanspruch 7 und 8.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, einen Röntgendetektor in Form eines Schichtaufbaus aus organischen Schichten auf der Grundlage einer festen Leuchtstoffschicht anzugeben. Ein solcher Schichtaufbau kann mit optimal aneinander anliegenden Schichten hergestellt werden, was hervorragende optische Übergangseigenschaften zwischen den Schichten gewährleistet. Die Herstellung kann mit der Leuchtstoffschicht als stabiler mechanischer Basis mittels Druck-, Strahl- oder Folienkleb-Verfahren erfolgen. Diese Verfahren sind unaufwändig und kostengünstig realisierbar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird als fotosensitive Schicht des Röntgendetektors ein organischer

Fotodetektor verwendet. Organische Fotodetektoren gewährleisten eine hohe Detektions-Empfindlichkeit sowie eine gute zeitliche Detektions-Dynamik.

- 5 Weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figur 1 näher beschrieben. Es zeigt:

10

FIG 1 Röntgendetektor-Schichtaufbau gemäß der Erfindung

- Figur 1 zeigt einen Schichtaufbau 1 für einen Röntgendetektor gemäß der Erfindung. Die Schichten sind der guten Darstellbarkeit halber beabstandet voneinander dargestellt, sollen tatsächlich aber in unmittelbarem gegenseitigen Kontakt stehen. Dies bedeutet insbesondere, dass die Schichten nicht in sich starr sind und sich deswegen optimal aneinander anlegen können. Der Schichtaufbau 1 ist nur schematisch dargestellt. Insbesondere ist keine Strukturierung oder Pixellierung dargestellt, da derartige Strukturen und die Verfahren zu ihrer Herstellung nicht Gegenstand der Erfindung sind.
- 15
- 20

- Der Schichtaufbau 1 basiert auf der Kombination einer Leuchtstoffschicht 3 auf Basis eines Szintillator-Materials mit einer organischen oder anorganischen Fotodetektorschicht 9.
- 25

- Für die Leuchtstoffschicht 3 werden typische Szintillator-Materialien verwendet, z.B.  $Gd_2O_2S$ , CsI oder  $CdWO_4$ . Derartige Szintillatoren sind keramisch oder fest. Diese Eigenschaft wird ausgenutzt, indem die Leuchtstoffschicht 3 zugleich als mechanische Basis des gesamten Schichtaufbaus 1 dient und ihm die je nach Anwendung erforderliche mechanische Stabilität zu verleihen. Daneben hat sie die übliche Aufgabe, einfallende Röntgenstrahlung zu absorbieren und als elektromagnetische Strahlung anderer Wellenlänge zu emittieren. Meist wird die
- 30
- 35

Leuchtstoffschicht 3 durch einfallende Röntgenstrahlung zur Erzeugung sichtbaren Lichts angeregt.

Auf der Leuchtstoffschicht 3 ist eine Bottom-Elektrode 5 angeordnet. Die Bottom-Elektrode 5 besteht aus einem Material, das für die von der Leuchtstoffschicht 3 emittierte Strahlung wenigstens teilweise transparent ist. Außerdem muss das Material selbstverständlich eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Verwendet wird ein leitfähiges, transparentes Oxid, ein sogenanntes Transparent Conducting Oxide (TCO). Ein derartiges Material, das die gestellten Anforderungen in hervorragender Weise befriedigt, ist Indium-dotiertes Zinn-Oxid (ITO). Die Wahl eines Oxids als Material für die Bottom-Elektrode 5 macht diese besonders für die Verwendung als positive Elektrode des Schichtaufbaus 1 geeignet, da eine weitere Oxidation des Materials durch Elektronen-Entzug nicht von Bedeutung ist. Ihre Schichtdicke wird in Abhängigkeit von der Oberflächengüte der Leuchtstoffschicht 3 gewählt. Sie muss so groß sein, dass trotz Unebenheiten und Erhebungen auf der Oberfläche der Leuchtstoffschicht 3 eine minimale Schichtdicke der Bottom-Elektrode 5 nirgends unterschritten wird, um Spitzen der elektrischen Feldstärke und Kurzschlüsse an dünnen Stellen zu vermeiden. Typischerweise beträgt die Schichtdicke zwischen 100 und 200 nm. Die Effizienz der Leuchtstoffschicht 3 ist von maßgeblicher Bedeutung für die Absorptions-Effizienz des Röntgendetektors gegenüber Röntgenstrahlung, da diese durch die Leuchtstoffschicht 3 erst in eine durch die Fotodetektorschicht 9 detektierbare Strahlung umgewandelt werden muss.

Auf der Bottom-Elektrode 5 kann eine Zwischenschicht 7 vorgesehen werden, um die Oberflächengüte der Bottom-Elektrode 5 zu verbessern beziehungsweise um Mängel darin zu kompensieren. Die Zwischenschicht 7 weist eine hervorragende optische Transparenz auf und ist so angelegt, dass sie Unebenheiten der Oberfläche ausgleicht und dadurch Punkte verhindert, an denen erhöhte elektrische Feldstärken sowie Kurzschlüsse auf-



treten können. Um eine hohe optische Transparenz über den Schichtübergang hinweg zu gewährleisten, wird für die Zwischenschicht 7 ein Material gewählt, das einen möglichst ähnlichen Brechungsindex wie die Bottom-Elektrode 5 aufweist.

5 Statt dessen oder zusätzlich kann auch ein Material mit einem Brechungsindex gewählt werden, der der auf der anderen Seite an die Zwischenschicht 7 angrenzenden Fotodetektorschicht 9 gleicht. Daneben wird die optische Transparenz auch durch die hohe Oberflächengüte der Zwischenschicht 7 selbst verbessert.

10

Zusätzlich kann eine solche Zwischenschicht 7 der Verbesserung der Sensitivität des Schichtaufbaus 1 dienen, indem sie als selektiver elektrischer Kontakt ausgelegt ist, der eine optimale Trennung der in der Fotodetektorschicht 9 erzeugten Ladungspaare bewirkt, die dadurch besser detektierbar werden. Materialien, die diesen Anforderungen genügen, sind z.B. Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen (PEDOT) bzw. Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen-Poly-Styren-Sulfonat (PEDOT-PSS). Alternativ könnten z.B. auch Poly-Anilin (P-ANI) oder Poly-Pyrrol verwendet werden. Vorzugsweise wird als Material für die Zwischenschicht 7 PEDOT-PSS gewählt, das zwecks Einstellung geeigneter elektrischer Eigenschaften hochdotiert ist. Die Schichtdicke der Zwischenschicht 7 beträgt zwischen 30 und 200 nm.

15

20

25

An die Bottom-Elektrode 5, oder falls vorhanden an die Zwischenschicht 7, grenzt die Fotodetektorschicht 9 an. Als Material für die Fotodetektorschicht 9 wird vorzugsweise eine organische Fotodiode gewählt, die unaufwändig herstellbar, verarbeitbar und auch strukturierbar ist. Die Vorteile des Schichtaufbaus 1 können aber auch bei Verwendung eines anorganischen Fotodetektor-Materials genutzt werden, z.B. amorphes Silizium (a-Si) oder amorphes Selen (a-Se), die aber aufwändiger in der Herstellung und Verarbeitung sind. Vorzugsweise kommt daher eine organische Fotodiode zum Einsatz, z.B. aus einer Mischung von p-typ polymeren Halbleitern, wie Poly-Paraphenylene-Vinylene (PPV), und n-typ konjugierten Ful-

30

35

lerenen, wie Fulleren-Phenyl-C61-Butoxy-Methoxyn (Fulleren-PCBM).

Das Material der organischen Fotodetektorschicht 9 ist so gewählt, dass es die von der Leuchtstoffschicht 3 emittierte Strahlung möglichst effizient absorbiert und in elektrische Ladungsträgerpaare umwandelt. Die Schichtdicke der organischen Fotodetektorschicht 9 beträgt zwischen 30 und 500 nm. Sie beeinflusst maßgeblich den Absorptions-Grad und damit die Effizienz des Röntgendetektors, da die Wahrscheinlichkeit einer Absorption für Strahlungs-Quanten mit der Länge des Wegs zunimmt, den die Strahlungs-Quanten durch die Fotodetektorschicht 9 zurücklegen müssen. Neben der Schichtdicke sind auch die Dichte und natürlich das Material der Fotodetektorschicht 9 selbst von herausragendem Einfluss auf die Absorptions-Effizienz.

Auf der organischen Fotodetektorschicht 9 ist eine Top-Elektrode 11 angeordnet. Da die Top-Elektrode 11 den Schichtaufbau 1 abschließt, muss sie für die zu detektierende Strahlung nicht transparent sein. Sie kann stattdessen sogar reflektierend wirken. Dadurch können Strahlungs-Quanten, die in der Fotodetektorschicht 9 auf ihrem Hinweg nicht absorbiert wurden, statt dessen nach Reflexion auf ihrem Rückweg absorbiert werden, um die Absorptions-Effizienz zu erhöhen.

Für die Top-Elektrode 11 wird vorzugsweise ein metallisches Material gewählt, z.B. Aluminium, eine Kalzium-Silber-Legierung oder eine Lithiumfluorid-Aluminium-Legierung. Soll keine reflexive Wirkung der Top-Elektrode 11 erzielt werden, oder soll der Schichtaufbau 1 über die Top-Elektrode 11 hinaus erweitert werden, kann anstelle des metallischen Materials vorzugsweise ein organisches Material gewählt werden, z.B. ein Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen (PEDOT) oder ein Poly-Anilin (P-ANI). Dieses lässt sich in weitere Schichtabfolgen flexibler integrieren und besser mit weiteren Schichten verbinden. Die Schichtdicke der Top-Elektrode 11 beträgt typi-

schersweise zwischen 40 und 300 nm, je nach Anforderung sind aber auch andere Schichtdicken möglich.

Nachfolgend wird ein Verfahren zur Herstellung des beschriebenen Schichtaufbaus 1 beschrieben. Als erster Verfahrensschritt wird dabei die keramische bzw. feste Leuchtstoffschicht 3 erzeugt. Dazu wird ein herkömmliches Herstellungsverfahren verwendet, z.B. wird die Schicht aus einer pulverförmigen Mischung ihrer Bestandteile gebrannt bzw. gesintert.

In einem nächsten Schritt wird auf der Leuchtstoffschicht 3 die Bottom-Elektrode 5 erzeugt. Dazu wird das Material der Bottom-Elektrode 5 auf die Leuchtstoffschicht 3 reaktiv oder thermisch aufgedampft. Derartige Aufdampfverfahren sind dem Fachmann bekannt. Dabei wird eine optimale Verbindung der beiden Schichten erreicht, was wiederum hervorragende optische Übergangseigenschaften zwischen den Schichten gewährleistet.

In einem weiteren Schritt kann eine Zwischenschicht 7 auf die Bottom-Elektrode 5 aufgebracht werden. Für eine solche Zwischenschicht 7 wird ein polymeres Material gewählt, für das eine Vielzahl kostengünstiger und bestens beherrschter Verarbeitungsverfahren zur Verfügung steht. Vorzugsweise wird die Zwischenschicht 7 entweder durch ein Spin-Verfahren aufgebracht, bei dem das Polymer flüssig auf den Grundkörper aufgetragen und durch Rotation auf diesem fein verteilt wird, oder durch ein Druck-Verfahren, z.B. ein Flexo-Druck-Verfahren, bei dem das flüssige Polymer mittels einer flexiblen Rolle aufgewalzt wird, oder durch ein Strahl-Verfahren, bei dem das flüssige Polymer mit einem Strahl-Drucker aufgedruckt wird, oder durch ein Klebverfahren unter Verwendung optischen Klebers, bei dem das Material als Folie aufgeklebt wird, wobei sich die Folie im Gegensatz zu starren Schichten optimal an die darunter befindliche Schicht anlegen kann.

Im nächsten Schritt wird die organische Fotodetektorschicht 9 auf die Bottom-Elektrode 5 oder, falls vorhanden, auf die Zwischenschicht 7 aufgebracht, wobei dieselben Verfahren wie bei der Zwischenschicht 7 zur Verfügung stehen. Wird ein anorganisches oder ein kleinmolekulares organisches halbleitendes Fotodetektor-Material verwendet, kann auch ein reaktives Abscheidungsverfahren wie Chemical Vapour Depositioning (CVD) oder ein physikalisches Abscheidungsverfahren wie Physical Vapour Depositioning (PVD) eingesetzt werden. Aufgrund des mit diesen Verfahren verbundenen Verfahrensaufwandes werden grundsätzlich jedoch die zuvor genannten Verfahren bevorzugt.

Abschließend wird die Top-Elektrode 11 auf die Fotodetektorschicht 9 aufgebracht. Besteht die Top-Elektrode 11 aus einem metallischen Material, so wird sie thermisch aufgedampft, z.B. durch Elektronenstrahl-Verdampfung. Besteht sie dagegen aus einem organischen Material, so stehen wiederum dieselben Verfahren wie für die Zwischenschicht 7 und die organische Fotodetektorschicht 9 zur Verfügung. Falls die Top-Elektrode 11 den Abschluss des Schichtaufbaus 1 darstellt, muss sie für Strahlung nicht transparent sein. Dann sind die optischen Übergangseigenschaften unerheblich und sie kann auch als starre Schicht mit leitfähigem Klebstoff aufgeklebt werden.

Die verwendeten Verfahren sind im Vergleich zur Verarbeitung anorganischer Halbleiter außerordentlich unaufwändig, da auf teure Schichtherstellungsprozesse, wie Physical Vapour Deposition (PVD) oder Chemical Vapour Deposition (CVD)-Prozesse, verzichtet werden kann. Darüber hinaus ist auch die Strukturierung des Schichtaufbaus 1 außerordentlich unaufwändig, da bei der Strukturierung von organischen Schichten auf teure und die Umwelt stark belastende nass-chemische Ätzverfahren verzichtet werden kann.

Der Schichtaufbau mit nicht in sich starren und daher gut aneinander anliegenden und unmittelbar miteinander verbundenen Schichten gewährleistet einen guten optische Übergang von der

Leuchtstoffschicht 3 zur Fotodetektorschicht 9. Der Übergang ist weitestgehend verlustfrei und erhöht daher die Effizienz des Röntgen-Detektors 1. Bei einem in einzelne Bildelemente, Pixel, strukturierten Röntgendetektor wird zudem durch den  
5 guten optischen Übergang das gegenseitige optische Übersprechen zwischen den einzelnen Bildelementen aufgrund von Reflexionen und Brechungen reduziert. Für eine weitere Verbesserung der optischen Eigenschaften kann die Oberfläche der Leuchtstoffschicht poliert oder anderweitig aufbereitet werden,  
10 den, bevor die weiteren Schichten aufgebracht werden.

Wesentlichen Anteil am Kosteneinsparungs-Potenzial des Schichtaufbaus hat die Abscheidung der einzelnen Schichten, insbesondere der Fotodetektorschicht 9, aus einer Lösung  
15 durch ein Spin- oder Druck-Verfahren oder die Verwendung von Folien geringer Foliendicke. Dies ermöglicht einen äußerst sparsamen Umgang mit den Materialien. Die Vorteile des Schichtaufbaus im Hinblick auf die optischen Schichtübergänge und im Hinblick auf unaufwändige Herstellungsverfahren können  
20 jedoch auch bei Verwendung eines anorganischen, amorphen Fotosensor-Materials genutzt werden.

## Patentansprüche

## 1. Röntgendetektor (1)

mit einer Leuchtstoffschicht (3) zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung in Abhängigkeit vom Auftreten von Röntgen-Strahlung und mit einer Fotodetektorschicht (9) zur Detektion der von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugten elektromagnetischen Strahlung,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Röntgendetektor die folgende Schichtabfolge aufweist:

- eine Leuchtstoffschicht (3) mit ausreichender mechanischer Stabilität, um dem gesamten Schichtaufbau mechanische Stabilität zu verleihen,
- eine unmittelbar mit der Leuchtstoffschicht (3) verbundene elektrisch leitfähige Bottom-Elektrode (5) aus einem Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung
- eine unmittelbar mit der Bottom-Elektrode (5) verbundene Fotodetektorschicht (9) und
- eine elektrisch leitfähige Top-Elektrode (11).

## 2. Schichtaufbau für einen Röntgendetektor (1)

mit Leuchtstoffschicht (3) zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung in Abhängigkeit vom Auftreten von Röntgen-Strahlung und mit Fotodetektorschicht (9) zur Detektion der von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugten elektromagnetischen Strahlung

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h die folgende Schichtabfolge:

- Leuchtstoffschicht (3) mit ausreichender mechanischer Stabilität, um dem gesamten Schichtaufbau die gewünschte mechanische Stabilität zu verleihen,
- unmittelbar mit der Leuchtstoffschicht (3) verbundene elektrisch leitfähige Bottom-Elektrode (5) aus einem Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung

- unmittelbar mit der Bottom-Elektrode (5) verbundene elektrisch leitfähige Zwischenschicht (7) aus einem Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung, die beidseitig ausreichend glatte Oberflächen aufweist, um eine hohe Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) emittierte Strahlung zu gewährleisten, und eine ausreichend glatte Oberfläche auf der von der Bottom-Elektrode (5) abgewandten Seite, um eine gute Kurzschlussfestigkeit zu gewährleisten,
  - unmittelbar mit der Zwischenschicht (7) verbundene Fotodetektorschicht (9) und
  - elektrisch leitfähige Top-Elektrode (11).
3. Schichtaufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bottom-Elektrode (5) aus einem Oxid besteht, z.B. aus Indium-dotiertem Zinn-Oxid (ITO).
4. Schichtaufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (7) aus einem Polymer besteht, z.B. aus Polyethylen-Dioxy-Thiophen-Poly-Styren-Sulfonat (PEDOT-PSS).
5. Schichtaufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fotodetektorschicht (9) aus einem organischen Fotodetektor-Material besteht, z.B. aus einer Mischung von p-typ Poly-Paraphenylen-Vinyl (PPV) und n-typ Fulleren-Phenyl-C61-Butoxy-Methoxy (Fulleren-PCBM).
6. Schichtaufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Top-Elektrode (11) aus einem Metall, einer Metall-Legierung, z.B. aus Aluminium, einer Kalzium/Silber-Legierung oder einer Lithiumfluorid/Aluminium-Legierung, oder aus einem leitfähigen

Polymer, z.B. aus Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen (PEDOT) oder Poly-Anilin (P-ANI).

7. Verfahren zur Herstellung eines Röntgendetektors (1) mit einer Leuchtstoffschicht (3) zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung in Abhängigkeit vom Auftreten von Röntgenstrahlung und mit einer organischen Fotodetektorschicht (9) zur Detektion der von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugten elektromagnetischen Strahlung,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h die folgenden Verfahrensschritte:

- Herstellen einer Leuchtstoffschicht (3), die mechanisch ausreichend stabil ist, um dem gesamten Schichtaufbau die gewünschte mechanische Stabilität zu verleihen
- Aufbringen einer elektrisch leitfähigen Bottom-Elektrode (5) auf die Leuchtstoffschicht (3) durch ein Aufdampfverfahren, wobei für die Bottom-Elektrode (5) ein Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung gewählt wird,
- Aufbringen einer organischen Fotodetektorschicht (9) auf die Bottom-Elektrode (5) durch ein Spin-, Druck-, oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie und
- Aufbringen einer Top-Elektrode (11) auf die Fotodetektorschicht (9) durch ein Spin-, Druck-, oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie oder Aufdampfen.

8. Verfahren zur Herstellung eines Röntgendetektors (1) mit einer Leuchtstoffschicht (3) zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung in Abhängigkeit vom Auftreten von Röntgenstrahlung und mit einer organischen Fotodetektorschicht (9) zur Detektion der von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugten elektromagnetischen Strahlung,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h die folgenden Verfahrensschritte:

- Herstellen einer Leuchtstoffschicht (3), die mechanisch ausreichend stabil ist, um dem gesamten Schichtaufbau die gewünschte mechanische Stabilität zu verleihen



- Aufbringen einer elektrisch leitfähigen Bottom-Elektrode (5) auf die Leuchtstoffschicht (3) durch ein Aufdampfverfahren, wobei für die Bottom-Elektrode (5) ein Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung gewählt wird,
- Aufbringen einer elektrisch leitfähigen Zwischenschicht (7) auf die Bottom-Elektrode (5) durch ein Spin-, Druck-, oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie, wobei für die Zwischenschicht (7) ein Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung gewählt wird,
- Aufbringen einer organischen Fotodetektorschicht (9) auf die darunter liegende Schicht durch ein Spin-, Druck-, oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie und
- Aufbringen einer Top-Elektrode (11) auf die Fotodetektorschicht (9) durch ein Spin-, Druck-, oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie oder Aufdampfen.

9. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Bottom-Elektrode (5) ein Oxid gewählt wird, z.B. Indium-dotiertes Zinn-Oxid (ITO).

10. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Zwischenschicht (7) ein Polymer gewählt wird, z.B. Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen-Poly-Styren-Sulfonat (PEDOT-PSS).

11. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, 8, 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Fotodetektorschicht (9) ein organisches Fotodetektor-Material gewählt wird, z.B. eine Mischung von p-typ Poly-Paraphenylen-Vinyl (PPV) und n-typ Fulleren-Phenyl-C61-Butoxy-Methoxyn (Fulleren-PCBM).

12. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, 8, 9, 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass als Mate-  
rial für die Top-Elektrode (11) ein Metall, eine Metall-  
Legierung, z.B. Aluminium, eine Kalzium/Silber-Legierung oder  
5 eine Lithiumfluorid/Aluminium-Legierung, oder ein leitfähiges  
Polymer, z.B. Poly-Ethylen-Dioxy-Thiophen (PEDOT) oder Poly-  
Anilin (P-ANI), gewählt wird.

## Zusammenfassung

Röntgendetektor aus einem Szintillator mit Fotosensorbeschichtung und Herstellungsverfahren

5

Die Erfindung betrifft einen Schichtaufbau für einen Röntgendetektor (1) mit einer Leuchtstoffschicht (3) zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung in Abhängigkeit vom Auftreten von Röntgen-Strahlung und mit einer Fotodetektorschicht (9) zur Detektion der von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugten elektromagnetischen Strahlung, die durch die folgende Schichtabfolge gekennzeichnet ist:

10

- Leuchtstoffschicht (3) mit ausreichender mechanischer Stabilität, um dem gesamten Schichtaufbau mechanische Stabilität zu verleihen,
- unmittelbar mit der Leuchtstoffschicht (3) verbundene elektrisch leitfähige Bottom-Elektrode (5) aus einem Material mit hoher Transparenz für die von der Leuchtstoffschicht (3) erzeugte elektromagnetische Strahlung
- unmittelbar mit der Bottom-Elektrode (5) verbundene Fotodetektorschicht (9) und
- elektrisch leitfähige Top-Elektrode (11).

15

20

Weiter betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für einen solchen Röntgendetektor (1) mit einer festen Leuchtstoffschicht (3) als mechanischer Basis und Aufbringen der Schichten mittels Spin-, Druck- oder Strahl-Verfahren oder Aufkleben als Folie oder Aufdampfen.

25

FIG 1

